Comparaison de la structure des communautés de poissons coralliens d'intérêt commercial entre une réserve marine et deux zones non protégées dans le Parc du lagon sud de Nouvelle-Calédonie

par

Olivier CHATEAU & Laurent WANTIEZ (1)

RÉSUMÉ. - Réalisée en Nouvelle-Calédonie après le passage du cyclone Erica, la présente étude a pour but de comparer les caractéristiques générales et la structure des communautés des poissons de trois récifs coralliens dont le statut de protection diffère. La richesse spécifique, la densité et la biomasse des familles de poissons d'intérêt commercial dans la région Pacifique et des espèces commercialisées en Nouvelle-Calédonie ont été estimées par comptage visuel en plongée. Pour l'ensemble des espèces d'intérêt commercial, la comparaison des trois récifs montre que ces indices ne présentent pas de différence significative. Pour les espèces commercialisées, la comparaison des indices globaux confirme les effets attendus des mesures de protection (pêche interdite), à savoir des valeurs significativement plus importantes dans la réserve, soit respectivement +15% et +28% pour la richesse spécifique, +65% et +107% pour la densité et +94% et +158% pour la biomasse. La même tendance est observée au niveau des principales familles commerciales (Serranidae, Siganidae, Acanthuridae commerciaux et Labridae commerciaux). En revanche, les effets de protection sont plus nuancés en ce qui concerne les Scaridae, pour lesquels seules quelques espèces à forte valeur ajoutée, dont *Chlorurus microrhinos*, ont une densité et une biomasse significativement plus importante dans la réserve. L'analyse de la structure des peuplements (AFC) a révélé l'existence de 3 assemblages de poissons (un groupe de stations touchées par le cyclone, un groupe réserve et un groupe non réserve) qui s'avèrent n'être que partiellement liés aux caractéristiques du substrat s'ils sont comparés aux résultats d'une analyse sous contrainte (ACC). Cette étude a donc montré que la mise en réserve induit des modifications de la structure des populations de poissons d'intérêt commercial, bien que les caractéristiques du substrat restent un facteur structurant majeur dans leur organisation. Enfin, il a été montré que la densité des espèces commerciales dans les zones non protégées, proches de la réserve, est plus importante qu'elle ne l'était dans la réserve avant la mise en œuvre de moyens de protection. Ces résultats, ainsi que le relatif maintien des peuplements observé depuis 9 ans dans la réserve, permettent d'émettre l'hypothèse d'interactions significatives entre les zones protégées et non protégées proches.

ABSTRACT. - Comparison of coral reef fish communities between two fished and one protected reefs in New Caledonia South Lagoon Marine Park.

The MPAs located within the New Caledonia South Lagoon Marine Park have been studied since their creation in 1989. Reef fish communities modifications within the MPAs are now well known but their interactions with unprotected areas still needs to be quantified. Prior to the study of reef fish movement patterns between MPAs and unprotected reefs, the present study was planed to compare the coral reef fish communities of two fished reefs (Crouy and Larégnère reefs) and one protected reef (Larégnère islet) within the Park. Twelve stations were sampled on each reef using underwater visual census techniques. Three point counts were completed at each station; one on the reef flat, one on the upper part of the reef slope and one on the lower part of the reef slope. Species richness, density and biomass of all edible species in the Pacific and of commercial species in New Caledonia were calculated. No significant difference occurred between reefs for edible fish and all three indices. Significant differences occurred for the commercial species, with higher values on the protected reef for all three indices. Species richness was 15% and 28% higher, density 65% and 107% higher and biomass 94% and 158% higher in the reserve than in the unprotected reefs. Significant differences occurred for the most valuable commercial families; Serranids, Siganids, commercial Acanthurids and commercial Labrids, which were also more important in the protected reef. These effects were less significant for the Scarids. Only few species, e.g. *Chlorurus microrhinos,* which is one of the most targeted parrotfish, have significant higher density and biomass in the protected area. Three species assemblages were identified using a Correspondence Analysis: one assemblage affected by cyclone Erica, one protected assemblage and one unprotected assemblage. A comparison with the results of a Canonical Correspondence Analysis showed that these assemblages were primarily related to reef status and secondarily to substrate characteristics. Protection measures were responsible for a modification of reef fish organisation despite a significant effect of habitat structure. The density of commercial species in fished areas near the protected area was higher than in the reserve before the protection was effective. These results and the relative stability of the protected community during 9 years support the hypothesis of significant interactions between protected reefs and nearby unprotected reefs. These results were used to plan a three years program to test fish movement patterns between these three reefs.

Key words. - Reef fish communities - PSW - New Caledonia - Marine reserve - Unprotected areas - Visual censuses.

(1) LERVEM, Université de la Nouvelle-Calédonie, BP 4477, 98847 Nouméa CEDEX, NOUVELLE-CALÉDONIE. [chateau@univ-nc.nc]

Les aires marines protégées sont utilisées depuis plus de 25 ans pour protéger les ressources, l'habitat et la biodiversité marines (National Research Council, 2001). Elles sont considérées comme une alternative pratique aux méthodes classiques de gestion des pêcheries. En effet, le contrôle des captures ou de l'effort de pêche requiert de grandes quantités d'informations, est fastidieux, coûteux à mettre en œuvre et souvent mal adapté aux stocks multispécifiques (Plan Development Team, 1990 ; Roberts et Polunin, 1991). Plusieurs "effets réserves" ont été décrits en milieu corallien (National Research Council, 2001), comme la conservation des habitats et de la diversité par une protection de populations surexploitées, menacées ou rares ; la préservation des écosystèmes ; l'amélioration de la gestion des pêcheries notamment par une redistribution spatiale de l'effort de pêche et une protection de certaines étapes du cycle biologique ; des effets socio-économiques comme la protection d'un héritage culturel, le développement du tourisme et l'éducation des populations locales à la préservation de l'environnement.

Les effets de la protection au sein des zones mises en réserve commencent à être relativement bien connus. Les réponses des populations exploitées à l'interdiction de pêcher ont été étudiées à l'aide d'études de terrain portant principalement sur les variations de la structure de taille, de la densité et de la biomasse (Bell, 1983 ; García Rubies et Zabala, 1990 ; Wantiez *et al*., 1997 ; Sarramégna, 2000a ; Chateau, 2002 ; LERVEM, 2002). En revanche, les interactions entre la zone mise en réserve et les zones adjacentes non protégées sont une source de polémiques en raison du manque de preuves permettant de décrire ces effets et de mesurer leur importance. De tels effets ont rarement été constatés par des données *in situ*, notamment une exportation de larves des zones protégées vers les zones non protégées liée à une augmentation des produits de la reproduction (œufs, larves) issus des réserves, du fait du plus grand nombre de reproducteurs de grandes tailles à l'intérieur de celles-ci (Roberts et Polunin, 1991) ; une protection de la diversité génétique des stocks face à une pression sélective exercée par la pêche (Roberts et Polunin, 1991) ; une augmentation de l'abondance ou de la biomasse au sein des populations non protégées, grâce à l'émigration d'individus depuis l'intérieur des réserves, menant à l'accroissement des captures dans les zones avoisinantes pêchées (Bohnsack, 1996).

La mise en place d'aires marines protégées peut cependant soulever certaines difficultés en termes de choix (objectifs, type, taille, lieu, etc.) (Halpern, 2003). De plus, leur efficacité comme outils de gestion est encore trop limitée voire controversée (Bohnsack, 1996). Elle dépend de nombreux facteurs, notamment des espèces concernées, de la taille et de la position des aires protégées, du niveau d'exploitation de la zone avant protection ainsi que des moyens d'information et de surveillance mis en œuvre par les organismes gestionnaires de ces zones (DeMartini, 1993). Ces caractéristiques conditionneront les résultats qui seront positifs, nuls voire négatifs par rapport à ceux qui sont attendus (Munro, 1996).

Dans le Parc du lagon sud de la Nouvelle-Calédonie, les aires marines protégées ont été régulièrement étudiées depuis leur création en 1989. Ce travail représente un état initial des peuplements préalable à l'étude des interactions entre une réserve marine et deux structures adjacentes non protégées. Les communautés de poissons coralliens et le substrat ont été comparés au niveau de trois sites proches dont le statut de protection diffère. La structure des communautés de poissons ainsi que les liens existant entre cette structure et celle du substrat ont été analysés afin de formuler des hypothèses sur les interactions des peuplements de ces zones avec ceux des écosystèmes récifaux adjacents.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude

Localisée dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, la zone étudiée est située en face de Nouméa, à environ 10 km de la côte et 7 km du récif barrière (Fig. 1). Elle réunit trois structures récifales : l'îlot Larégnère, le récif Crouy et le récif Larégnère. Ces structures diffèrent par leur taille, leur exposition aux conditions hydrologiques et leur statut de protection. L'îlot Larégnère fait partie des réserves du Parc du lagon sud créé en 1989 où toute récolte d'organismes est interdite. Le récif Larégnère et le récif Crouy sont des structures non protégées respectivement situées à environ 900 m et 2000 m de la réserve.

Chaque îlot a été subdivisé en 3 zones, choisies selon leur proximité à une structure récifale de statut différent. Dans chaque zone, 4 secteurs ont été définis selon un protocole d'échantillonnage systématique. Au niveau de chaque secteur, une station a été définie de façon aléatoire, soit 12 stations par îlot. Chaque station a été échantillonnée dans les trois composantes géomorphologiques du récif (sites) : le platier, le haut du tombant et le bas du tombant. L'échantillonnage a été réalisé après le passage du cyclone Erica (14 mars 2003), entre le 20 mars et 24 avril 2003.

Méthodes d'échantillonnage

Sur chaque station, les poissons ont été échantillonnés par un plongeur selon la méthode des points fixes. Au niveau de chaque site (platier, haut et bas du tombant), le plongeur compte les individus, note l'espèce et estime sa taille (longueur à la fourche). Seules les espèces d'intérêt commercial (EIC) dans la région Indo-Pacifique ont été échantillonnées (Annexe 1). Ces espèces comprennent les espèces commercialisées sur le marché de Nouméa et les EIC non commercialisées (Annexe 1). Ces dernières correspondent aux espè-

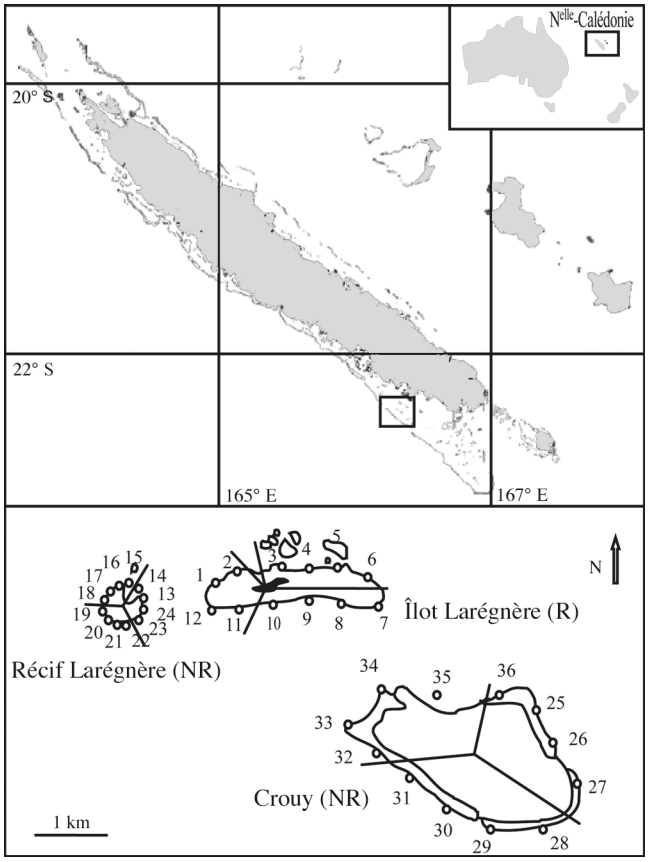

Figure 1. - Localisation de la zone d'étude et des stations échantillonnées. R : Zone protégée ; NR : Zone non protégée. *[Location of the study area and the stations. R: Marine protected area; NR: Unprotected reef.]*

ces très peu vendues ou potentiellement toxiques (Ciguatera) en Nouvelle-Calédonie, mais pouvant être consommées dans d'autres îles du Pacifique sud-ouest tropical. Afin de minimiser les biais induits par le phénomène d'échappement au plongeur, observé pour les espèces de grande taille, les poissons ont été comptés sur un cercle de rayon égal à la visibilité avec un maximum de 10 m. Les avantages et défauts de cette méthode sont développés dans Wantiez et Chauvet (2003).

Le substrat a été échantillonné au niveau de chaque site composant une station (platier, haut du tombant, bas du tombant) selon la méthode "Line Intercept Transect" détaillée dans English *et al*. (1997). Le plongeur relève le pourcentage de couverture de chaque classe de substrat rencontrée (30 catégories) le long d'un transect de 25 m déroulé sur le fond, perpendiculairement à la pente et centré sur le point de comptage des poissons. Une distinction a été faite entre le corail mort récemment (maladie, blanchissement, *Acanthaster planci*) et le corail détruit par le cyclone.

Analyse des données

Au niveau de chaque station, la densité a été calculée par :

$$D = \frac{\sum_{k=1}^{3} D_k}{3}$$

où D est la densité à la station (poisson/m^2), D_k est la densité au site k (platier, haut et bas du tombant) de la station. La densité au site k a été calculée par :

$$D_k = \frac{\sum_{i=1}^{N_i} n_i}{\pi R^2}$$

où n_i est l'abondance de l'espèce i au site k, N_i est le nombre d'EIC observées dans un cercle de rayon R correspondant à la visibilité autour du point k (si la visibilité est supérieure à 10 m les poissons ne sont comptés que dans un rayon de 10 m), n_j est l'abondance de l'espèce j au site k.

Le poids des individus est obtenu grâce à la relation d'allométrie qui lie la taille L et le poids W :

$$W = aL^b$$

Les paramètres a et b sont caractéristiques de chaque espèce et proviennent de Kulbicki *et al*. (1993), Letourneur *et al*. (1998) et de la base de données du centre IRD de Nouméa (Kulbicki, comm. pers., 2003).

Au niveau de chaque station, la biomasse a été calculée par :

$$B = \frac{\sum_{k=1}^{3} B_k}{3}$$

où B est la biomasse à la station (g/m^2), B_k est la biomasse au site k de la station.

La biomasse au site k a été calculée par :

$$B_k = \frac{\sum_{i=1}^{N_i} w_i}{\pi R^2}$$

où w_i est le poids (g) des individus de l'espèce i au site k, w_j est le poids (g) de l'espèce j au site k.

Le pourcentage de chaque catégorie de substrat a été calculé par :

$$\%_i = \frac{1}{3}\sum_{k=1}^{3} \frac{L_{ik}}{L_t} 100$$

où $\%i$ est le pourcentage de la catégorie i de substrat, L_{ik} est la longueur totale de la catégorie i du site k, L_t est la longueur du transect (25 m).

Les variations de la richesse spécifique globale ont été testées statistiquement par un test du χ^2 (Siegel et Castellan, 1989). Les variations de la richesse spécifique par station, de la densité et de la biomasse, ont été comparées à l'aide d'une Analyse de variance à un critère de classification (récif) (Sokal et Rohlf, 1995). Dans le cas où les variations étaient

significatives, un test à posteriori de Tukey a été réalisé au seuil de 5% pour savoir quels groupes étaient significativement différents (Sokal et Rohlf, 1995). Les deux autres facteurs (zone et site) utilisés dans l'élaboration de la stratégie d'échantillonnage ne sont pas testés dans la problématique de cette étude. Ils ont été retenus afin d'avoir une vision la plus complète possible du peuplement des récifs en homogénéisant l'effort d'échantillonnage sur les différentes composantes des récifs.

La structure des communautés de poissons a été étudiée par une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) réalisée sur la matrice espèces-stations des densités. Les résultats de l'AFC ont été complétés par une classification hiérarchique ascendante (CAH) réalisée sur les axes de l'AFC qui extraient plus de 50% de l'inertie totale. L'intégration des axes suivants ne permet pas d'améliorer significativement les projections. La CAH utilise la distance (1-r) de Pearson et la méthode d'agrégation de Ward. Cette méthode est recommandée par Lebart *et al*. (1997) pour faciliter les regroupements des variables sur les plans factoriels. Les variations de richesse spécifique par station, de densité et de biomasse des différents peuplements identifiés ont été comparées à l'aide d'un test de Kruskal-Wallis (Siegel et Castellan, 1989). Dans le cas où les variations étaient significatives, un test à posteriori de Steel-Dwass a été réalisé au seuil de 5% pour savoir quels groupes étaient significativement différents (Siegel et Castellan, 1989).

Tableau I. - Nombre d'espèces recensées sur l'ensemble de la zone (global) et au niveau de chaque îlot, pour les familles étudiées. *[Species richness per family sampled in the study area and in the three reefs.]*

Familles	Global	Larégnère	Récif Larégnère	Crouy
Carcharhinidae	2	1	2	2
Dasyatidae	1	1	0	0
Holocentridae	4	2	2	1
Serranidae	13	10	9	5
Priacanthidae	1	1	1	0
Carangidae	4	3	1	2
Lutjanidae	8	7	7	5
Caesionidae	3	2	2	2
Haemulidae	2	2	1	2
Lethrinidae	8	6	7	7
Mullidae	8	4	6	4
Kyphosidae	1	1	0	1
Mugilidae	1	0	0	1
Labridae	10	9	8	5
Scaridae	21	19	18	18
Acanthuridae	15	11	13	10
Siganidae	7	6	5	6
Scombridae	1	1	0	0
Total	110	86	82	71

Une analyse canonique des correspondances (ACC) a été réalisée pour déterminer la part de variabilité de la structure des peuplements expliquée par la nature du substrat. Cette méthode contraint les axes d'une AFC, réalisée sur la matrice espèces-stations des densités, à suivre une fonction linéaire des variables environnementales mesurées, associées aux espèces répertoriées (Ter Braak, 1986). L'ACC classe les différentes catégories du substrat en commençant par celle qui extrait la plus grande variabilité de la matrice. Les facteurs significatifs entrant dans l'analyse finale sont sélectionnés par un test de permutation de Monte-Carlo (Ter Braak, 1986).

RÉSULTATS

Richesse spécifique, densité et biomasse

Au cours de cette étude, 110 espèces de poissons, appartenant à 18 familles, ont été observées (Annexe 1). La richesse spécifique globale ne présente pas de différence significative entre les trois récifs (χ^2, $p > 0,05$) (Tab. I). La richesse spécifique, la densité et la biomasse moyennes par station des EIC ne présentent pas de différences significatives entre les trois récifs (Anova, $p > 0,05$) (Fig. 2). Cependant, malgré des indices globaux similaires, la composition spécifique est différente sur les trois récifs avec moins de la moitié des espèces en commun (Fig. 3). Par ailleurs, les zones non protégées sont caractérisées par une plus forte proportion d'EIC non commercialisées (45,4%) alors que la réserve est caractérisée par une plus grande proportion d'espèces commerciales (77,7%) (Annexe 1). De plus, le nombre d'espèces communes à l'îlot Larégnère (réserve) et au récif Larégnère (63 espèces) est légèrement plus important que le nombre d'espèces communes à l'îlot Larégnère (réserve) et au récif Crouy (60 espèces) (Fig. 3).

La richesse spécifique, la densité et la biomasse moyenne par station des espèces commercialisées sur le marché de Nouméa présentent des différences significatives entre les trois récifs (Anova, $p < 0,05$) avec des valeurs significativement plus importantes dans la réserve (test de Tukey, $p < 0,05$) (Fig. 4). La biomasse est l'indice le plus sensible à la mise en œuvre des moyens de protection (Anova, $p < 0,001$) avec une valeur moyenne dans la réserve (îlot Larégnère) 1,9 fois supérieure à celle de Crouy (test de Tukey, $p < 0,01$) et 2,6 fois supérieure à celle du récif Larégnère (test de Tukey, $p < 0,001$) (Fig. 4).

La richesse spécifique, la densité et la biomasse moyennes par station des Serranidae et des Siganidae présentent des différences significatives entre les trois récifs (Anova, $p < 0,05$) avec des valeurs plus importantes dans la réserve (test de Tukey, $p < 0,05$) (Tab. II). *Plectropomus leopardus*, un des Serranidae les plus recherchés, présente une densité et une biomasse respectivement 2 et 3,2 fois plus importan-

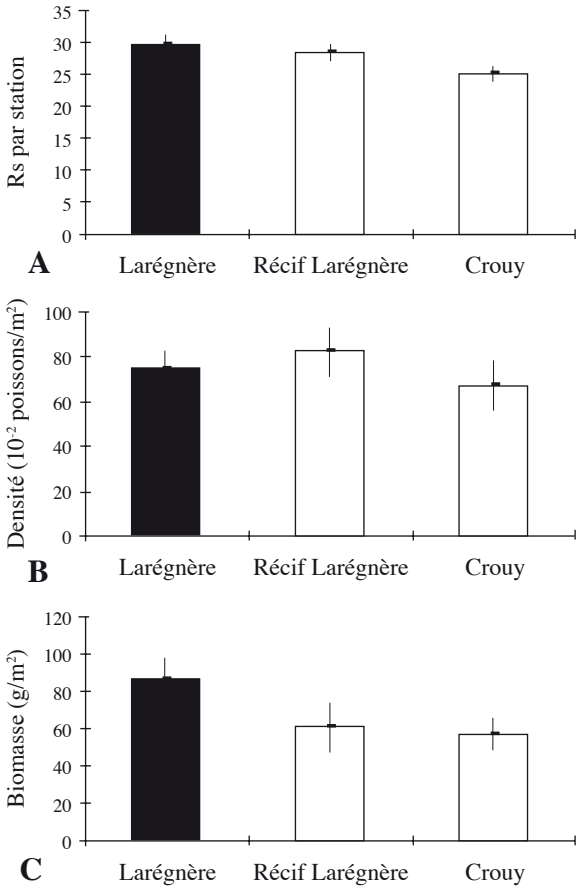

Figure 2. - Richesse spécifique (Rs) par station (**A**), densité (**B**) et biomasse moyennes (**C**) par îlot pour les espèces d'intérêt commercial. Les valeurs ont été comparées par une Anova suivie d'un test a posteriori de Tukey en cas de différences significatives. Les valeurs sont données ± l'erreur standard à la moyenne. *[Mean species richness (Rs) per station (**A**), density (**B**) and biomass (**C**) for the edible species on each reef. Values were compared using one-way Anova followed by a Tukey test in case of significant differences. Values are given ± standard error.]*

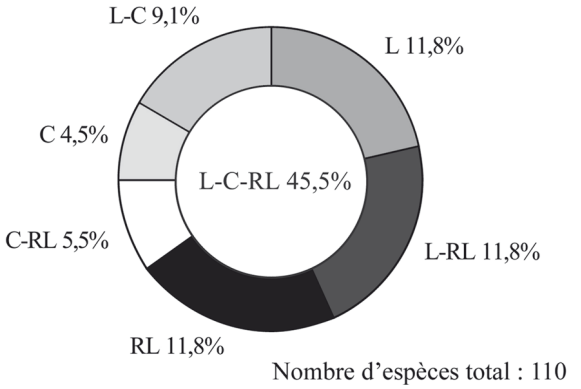

Figure 3. - Répartition des espèces dans les différents lieux d'échantillonnage. L : Îlot Larégnère ; C : Crouy ; RL : Récif Larégnère. Les valeurs sont données en pourcentage du nombre total d'espèces. *[Species distribution in the sampled reef. L: Larégnère islet ; C: Crouy reef ; RL: Larégnère reef. Values are in percentage of the total species number.]*

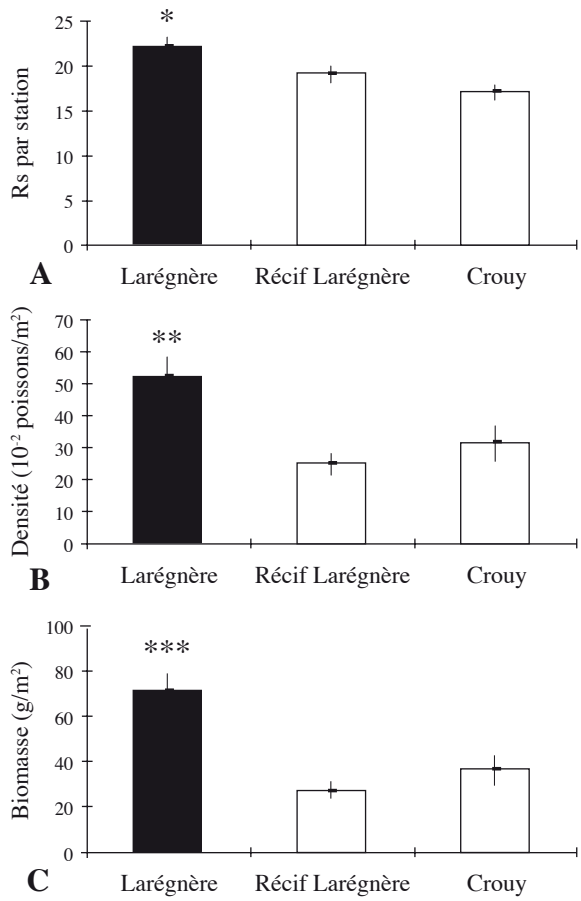

Figure 4. - Richesse spécifique (Rs) par station (**A**), densité (**B**) et biomasse moyennes (**C**) par îlot pour les espèces commerciales (moins les juvéniles de Scaridae). Les valeurs ont été comparées par une Anova suivie d'un test a posteriori de Tukey en cas de différences significatives. * : significatif ($0{,}01 < p \leq 0{,}05$) ; ** : très significatif ($0{,}001 < p \leq 0{,}01$) ; *** : hautement significatif ($p \leq 0{,}001$). Les valeurs sont données ± l'erreur standard à la moyenne. *[Mean species richness (Rs) per station (**A**), density (**B**) and biomass (**C**) for the commercial species on each reef. Values were compared using one-way Anova followed by a Tukey test in case of significant differences. *: significant ($0.01 < p \leq 0.05$); **: very significant ($0.001 < p \leq 0.01$); ***: highly significant ($p \leq 0.001$). Values are given ± standard error.]*

tes dans la réserve que dans les zones non protégées (Anova, $p < 0{,}01$; test de Tukey, $p < 0{,}05$) (Tab. III). De plus, l'étude de la structure de taille de *P. leopardus* montre un effet du statut avec une plus forte proportion d'individus de grande taille dans la réserve (χ^2 de proportion, $p < 0{,}01$) (Fig. 5). La biomasse des Acanthuridae commerciaux et des Labridae commerciaux présente des valeurs significativement plus importantes dans la réserve (Anova, $p < 0{,}05$; test de Tukey, $p < 0{,}05$) (Tab. II). Parmi les Acanthuridae, la biomasse de *Naso unicornis* est 3 fois plus importante dans la réserve qu'au récif Larégnère et 13 fois plus importante dans la réserve qu'au récif Crouy bien que les différences ne soient pas significatives (Anova, $p > 0{,}05$) (Tab. III). Les indices

Tableau II. - Caractéristiques moyennes des 5 principales familles étudiées au niveau des différents récifs. Les valeurs ont été comparées par une Anova suivie d'un test a posteriori de Tukey en cas de différences significatives. ns : non significatif ($p > 0,05$) ; * : significatif ($0,01 < p \leq 0,05$) ; ** : très significatif ($0,001 < p \leq 0,01$) ; *** : hautement significatif ($p \leq 0,001$). Les parenthèses regroupent des ensembles non significativement différents. R : Zone en réserve ; NR : Zone non réserve ; Rs : Richesse spécifique ; (#) : Densité calculée sans les juvéniles de Scaridae. *[Mean species richness per station, density and biomass of 5 commercial families in the three studied reefs. Values were compared using one-way Anova followed by a Tukey test in case of significant differences. *: significant ($0.01 < p \leq 0.05$); **: very significant ($0.001 < p \leq 0.01$); ***: highly significant ($p \leq 0.001$). Not significantly different reefs are grouped between brackets. R: Marine reserve; NR: Unprotected area; Rs: Species richness; (#): Density calculated without scarid juveniles.]*

	1 - Ilot Larégnère (R)	2 - Récif Larégnère (NR)	3 - Récif Crouy (NR)	Différences Anova	Test de Tukey
Serranidae					
Rs/Station	3,08	2,58	1,83	*	1(3)
Densité (10^{-2} poisson/m^2)	2,73	1,73	1,28	**	1(2 3)
Biomasse (g/m^2)	5,83	1,89	1,73	***	1(2 3)
Scaridae					
Rs/Station	7,58	8,50	8,25	ns	-
Densité (#)	12,66	10,18	10,90	ns	-
Biomasse	15,29	11,54	14,42	ns	-
Labridae commerciaux					
Rs/Station	0,50	0,17	0	*	1(3)
Densité	0,12	0,05	0	ns	-
Biomasse	0,68	0,15	0	*	1(3)
Acanthuridae commerciaux					
Rs/Station	3,83	3,50	2,92	ns	-
Densité	21,57	6,25	11,41	ns	-
Biomasse	28,20	5,92	11,79	*	1(2)
Siganidae					
Rs/Station	3,33	2,17	1,75	**	1(3)
Densité	9,19	3,82	4,57	*	-
Biomasse	10,18	3,50	3,87	**	1(2 3)

Tableau III. - Caractéristiques moyennes des 3 principales espèces étudiées au niveau des différents récifs. Les valeurs ont été comparées par une Anova suivie d'un test a posteriori de Tukey en cas de différences significatives. ns : non significatif ($p > 0,05$) ; * : significatif ($0,01 < p \leq 0.05$) ; ** : très significatif ($0,001 < p \leq 0,01$). Les parenthèses regroupent des ensembles non significativement différents. R : Zone en réserve ; NR : Zone non réserve. *[Mean species richness per station, density and biomass of the 3 commercial species in the three reefs studied. Values were compared using one-way Anova followed by a Tukey test in case of significant differences. *: significant ($0.01 < p \leq 0.05$); **: very significant ($0.001 < p \leq 0.01$). Not significantly different reefs are grouped between brackets. R: Marine reserve; NR: Unprotected area.]*

	1 - Ilot Larégnère (R)	2 - Récif Larégnère (NR)	3 - Récif Crouy (NR)	Différences Anova	Test de Tukey
Plectropomus leopardus					
Densité (10^{-2} poisson/m^2)	1,82	0,82	0,92	**	1(2 3)
Biomasse (g/m^2)	4,38	1,28	1,42	**	1(2 3)
Chlorurus microrhinos					
Densité	0,85	0,13	0,08	*	1(3)
Biomasse	1,57	0,38	0,21	*	ns
Naso unicornis					
Densité	2,63	2,01	0,61	*	1(3)
Biomasse	5,10	1,71	0,39	ns	-

globaux des Scaridae ne présentent pas de différences significatives entre les trois îlots (Anova, $p > 0,05$) (Tab. II). En revanche *Chlorurus microrhinos*, Scaridae à forte valeur marchande, présente des valeurs de biomasse significativement supérieures dans la réserve (Anova, $p < 0,05$; test de Tukey, $p < 0,05$) (Tab. III).

Structure des communautés

Une AFC réalisée sur l'ensemble des espèces isole des stations du récif Larégnère, caractérisées par des espèces grégaires (*Lutjanus fulviflamma, Gnathodentex aurolineatus*, Scaridae spp. juvéniles, etc.), des espèces planctonophages non inféodées au nectobenthos (Caesionidae spp.) et des espèces cryptiques sur le récif durant la journée (*Neoniphon sammara*). Dans le but de révéler la structure sous-jacente des communautés, une AFC a été réalisée sur l'ensemble des stations en ayant retiré ces espèces fortement associées à des conditions environnementales particulières (influence océanique, production primaire importante) ou à des conditions d'observations particulières (perte des abris liée au cyclone, luminosité, etc.).

L'analyse du premier plan factoriel (axes I et II ; 23,3% de l'inertie totale) permet d'isoler 3 ensembles : un groupe de stations touchées par le cyclone, un groupe réserve et un groupe non réserve (Fig. 6). Ce résultat est confirmé par l'analyse hiérarchique ascendante (CAH) effectuée à partir des coordonnées des 7 premiers axes de l'AFC (53,8% de l'inertie totale) (Fig. 7). Le premier groupe, composé majoritairement de stations touchées par le cyclone (Fig. 7), est caractérisé par un assemblage de prédateurs piscivores et carnivores benthiques (Serranidae, Carangidae), de bancs massifs d'herbivores (Acanthuridae) et de bioérodeurs (Scaridae juvéniles) (Fig. 8) associés à un substrat dégradé dominé par les coraux cassés par le cyclone (21,3%) et par les débris coralliens (41,5%) (Tab. IV). Ce groupe possède une richesse spécifique relativement faible mais les plus fortes valeurs de densité et de biomasse (Tab. V). Le deuxième groupe, majoritairement composé de stations de la réserve non affectées par le cyclone (Fig. 7), est caractérisé par un ensemble diversifié d'espèces commerciales associées à un substrat riche dominé par du corail vivant

(42%) (Fig. 7, Tab. IV). Cet assemblage possède la richesse spécifique la plus importante (Tab. V). Le troisième groupe de stations identifié par l'AFC est subdivisé en deux sous-groupes par la CAH (Fig. 7). Cet assemblage, majoritairement composé de stations non réserve, possède les plus faibles valeurs de biomasse (Tab. V). Ce groupe est caractérisé par une forte proportion d'EIC non commercialisées (86%) associées à un substrat dominé par des débris, de la dalle corallienne et des macroalgues (Tab. IV).

L'analyse canonique des correspondances (ACC) a été réalisée sur la matrice espèces-stations des densités des EIC, à l'exception des espèces retirées de l'AFC. Les résultats de cette analyse montrent que 3 catégories de substrat (le corail vivant, les alcyonaires et la dalle corallienne) expliquent significativement la variabilité de structure de l'ichtyofaune (test de permutation de Monte-Carlo, $p < 0,05$) (Tab. VI). La projection des stations et des variables explicatives sur le premier plan factoriel montre que mis à part l'ensemble corrélé au corail vivant et aux alcyonaires, l'ACC suggère des regroupements sensiblement différents de ceux qui sont issus de l'AFC précédente (Fig. 9). L'analyse du premier plan factoriel (56,1% de l'inertie totale) permet d'isoler 4 groupes de stations (Fig. 9). Le premier ensemble (A) est corrélé à la présence de corail vivant et d'alcyonaires et se projette dans

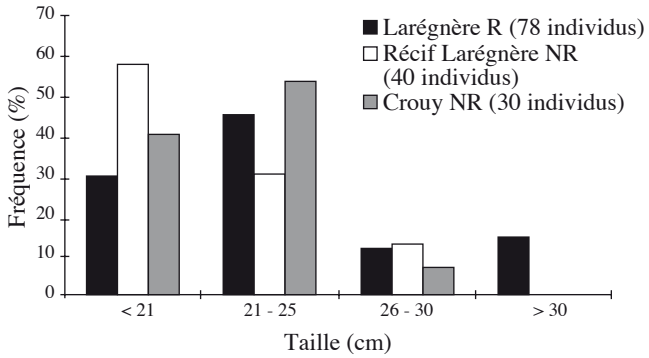

Figure 5. - Structure de taille de *Plectropomus leopardus* pour les trois récifs étudiés. R : Réserve ; NR : Non réserve. *[Size distribution of* Plectropomus leopardus *in the three studied reefs. R: Marine reserve; NR:Uunprotected area.]*

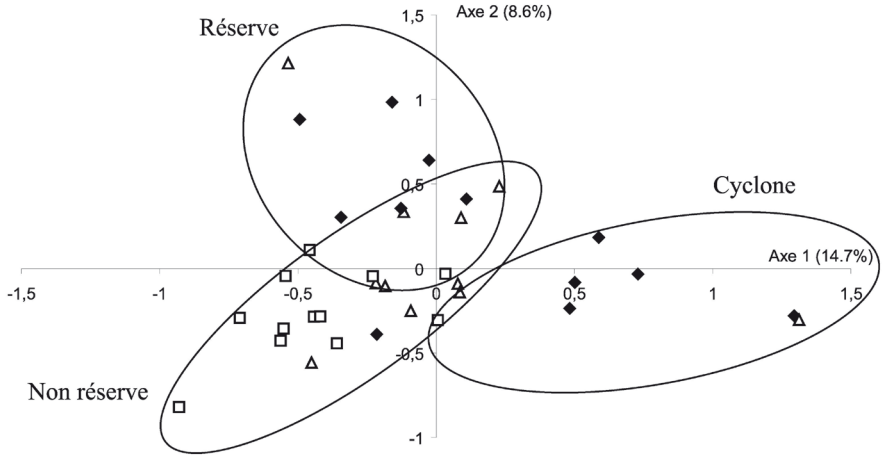

Figure 6. - Projection des stations sur le premier plan de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) de la matrice espèces-stations des densités. Toutes les espèces d'intérêt commercial sauf *Caesio caerulaurea, C. cuning, Pterocaesio marri, Lutjanus fulviflamma, Neoniphon sammara, Gnathodentex aurolineatus* et *Scarus* spp. (juvéniles) ont été utilisées dans l'analyse. Le pourcentage d'inertie de chaque axe est donné entre parenthèses. ◆ : Larégnère (réserve) ; □ : Récif Larégnère ; Δ : Crouy. *[Projection of the stations on the first two axes determined by the correspondence analysis. All species except* Caesio caerulaurea, C. cuning, Pterocaesio marri, Lutjanus fulviflamma, Neoniphon sammara, Gnathodentex aurolineatus *and* Scarus *spp. (juveniles) were used in the analysis. The percentages of the total variance explained by the axes are given. ◆: Larégnère islet (reserve); □: Larégnère reef; Δ: Crouy reef.]*

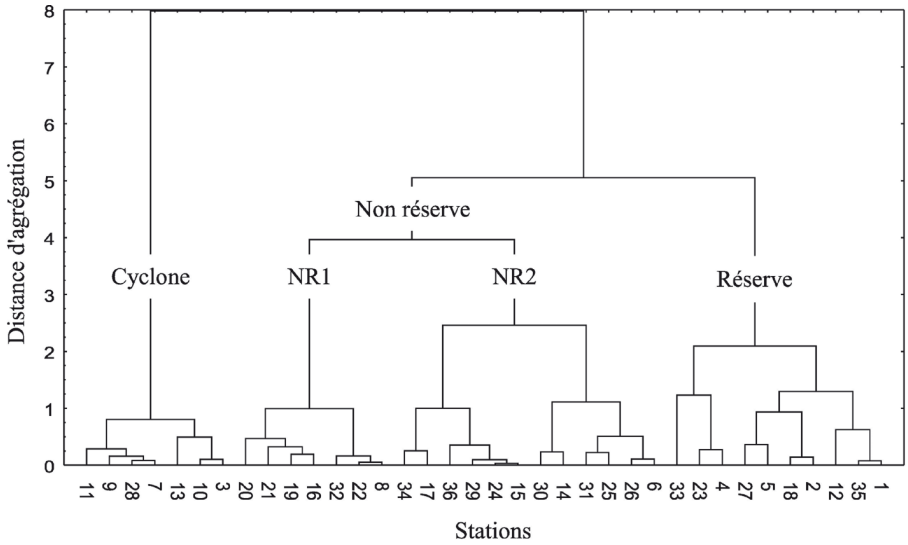

Figure 7. - Analyse hiérarchique ascendante (méthode d'agrégation de Ward, distance (1-r) de Pearson) des coordonnées factorielles des stations sur les 7 premiers axes extraits par l'AFC (Fig. 6) de la matrice espèces-stations des densités. NR: Non réserve. *[Cluster analysis of the sample scores (stations) on the first 7 axes extracted by correspondence analysis (Fig. 6) using Ward aggregation method and (1-r) Pearson distance. NR: Unprotected area.]*

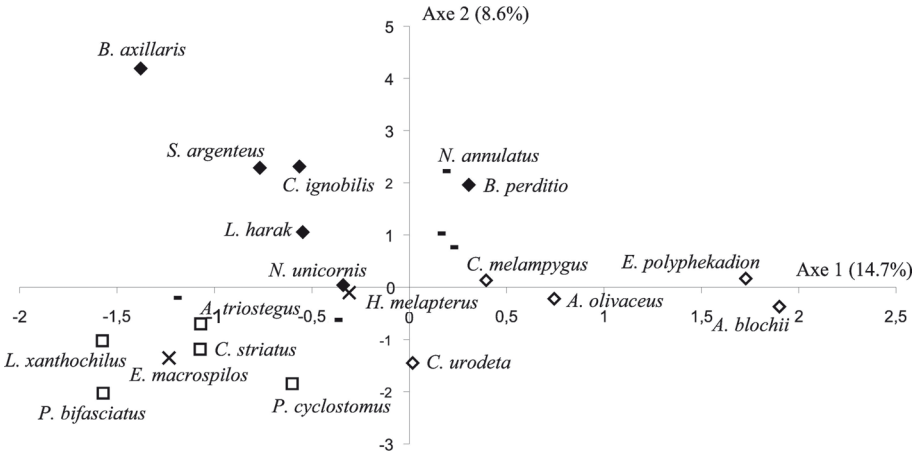

Figure 8. - Projection des espèces sur le premier plan de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) de la matrice espèces-stations des densités. Toutes les espèces d'intérêt commercial sauf *Caesio caerulaurea, C. cuning, Pterocaesio marri, Lutjanus fulviflamma, Neoniphon sammara, Gnathodentex aurolineatus* et *Scarus* spp. (juvéniles) ont été utilisées dans l'analyse. Le pourcentage d'inertie de chaque axe est donné entre parenthèses. Seules les espèces présentant des contributions absolue ou relative supérieures à 10% sur un des deux premiers axes sont projetées. ◆ : Espèces caractéristiques du groupe réserve ; □ : Espèces caractéristiques du groupe non réserve 1 ; × : Espèces caractéristiques du groupe non réserve 2 ; ◊ : Espèces caractéristiques du groupe cyclone ; - : Espèces non caractéristiques. *[Projection of the species on the first two axes determined by the correspondence analysis. All species except* Caesio caerulaurea, C. cuning, Pterocaesio marri, Lutjanus fulviflamma, Neoniphon sammara, Gnathodentex aurolineatus *and* Scarus *spp. (juveniles) were used in the analysis. The percentages of the total variance explained by the axes are given. Only species with absolute or relative contributions higher than 10% on one of the two first axes are displayed. ◆: Characteristic species of the reserve group; □: Characteristic species of the unprotected group 1; ×: Characteristic species of the unprotected group 2; ◊: Characteristic species of the hurricane group; -: Not characteristic species.]*

Tableau IV. - Caractéristiques moyennes du substrat des 4 groupes isolés par la CAH des coordonnées factorielles des stations sur les 7 premiers axes extraits par l'AFC de la matrice espèces-stations des densités (voir Fig. 7). CYCL : Groupe cyclone ; R : Groupe réserve ; NR1 et NR2 : Groupes non réserve. Les valeurs ont été comparées par un test Kruskal-Wallis suivi d'un test a posteriori de Steel-Dwass en cas de différences significatives. ns : non significatif ($p > 0,05$) ; * : significatif ($0,01 < p \leq 0,05$) ; ** : très significatif ($0,001 < p \leq 0,01$) ; *** : hautement significatif ($p \leq 0,001$). Les parenthèses regroupent des ensembles non significativement différents. *[Substrate characteristics of the 4 assemblages identified using cluster analysis of the sample scores (stations) on the first 7 axes extracted by correspondence analysis (see Fig. 7). CYCL: Hurricane group; R: Reserve group; NR1 and NR2 : Unprotected group. Values were compared using Kruskal-Wallis test followed by a Steel-Dwass test in case of significant differences. ns: not significant; *: significant ($0.01 < p \leq 0.05$); **: very significant ($0.001 < p \leq 0.01$); ***: highly significant ($p \leq 0.001$). Not significantly different reefs are grouped between brackets.]*

	Catégories de substrat (%)				Test Kruskal-Wallis	Test à posteriori de Steel-Dwass
	CYCL(A)	NR1(B1)	NR2(B2)	R(C)		
Corail vivant	17,0	17,4	15,6	42,0	**	C(A B1 B2)
Alcyonaire	0,4	3,2	1,9	5,8	ns	-
Corail cassé par le cyclone	21,3	1,9	3,0	6,9	**	(A C)(B1 B2)
Corail mort avec algues	3,6	1,8	6,2	7,1	ns	-
Algues calcaires	0,8	11,4	2,2	2,3	**	(C B1)(A B2)
Algues	2,5	1,2	21,0	2,4	*	B2(B1)
Autres organismes	1,8	4,1	1,8	1,0	ns	-
Débris	41,5	28,4	26,1	15,2	**	C(A)
Sable	4,8	2,3	4,5	3,8	ns	-
Dalle corallienne	6,2	28,3	17,8	13,4	*	ns

la partie positive de l'axe 2 (Fig. 9). Composé essentiellement de stations de la réserve, il est caractérisé par la présence de 9 familles regroupant 20 espèces dont 75% sont des espèces commerciales (Fig. 10) et 60% des prédateurs piscivores et carnivores benthiques (Tab. VII). Le second ensemble (B) est composé de stations non protégées qui se différencient par la présence de dalle corallienne (Fig. 9). Il est caractérisé par 4 familles regroupant 9 espèces dont 77,8% sont des espèces herbivores (Fig. 10, Tab. VII). Le troisième ensemble (C) regroupe des stations caractérisées par des communautés ayant une corrélation négative avec le corail vivant. Une seule station de cet ensemble appartient à la réserve (Fig. 9). La projection des espèces montre que ce groupe est caractérisé par un Labridae prédateur d'invertébrés benthiques (*Hemigymnus melapterus*) et un Scaridae herbivore (*Chlorurus sordidus*) (Fig. 10, Tab. VII). Le quatrième ensemble (D), composé à la fois de stations non protégées et de l'essentiel des stations touchées par le cyclone, présente une corrélation négative avec la présence de corail vivant et d'alcyonaires (Fig. 9). La projection des espèces montre que ce groupe est caractérisé par 5 espèces herbivores dont un Scaridae bioérodeur *Chlorurus microrhinos* (Tab. VII).

DISCUSSION

Richesse spécifique, densité et biomasse

Les indices globaux des EIC ne présentent pas de différences significatives entre les trois récifs. Ces résultats sont conformes à ceux qui ont été obtenus en 2002 lors du

Tableau V. - Caractéristiques moyennes des 4 groupes de poissons isolés par la CAH des coordonnées factorielles des stations sur les 7 premiers axes extraits par l'AFC de la matrice espèces-stations des densités (voir Fig. 7). CYCL : Groupe cyclone ; R : Groupe réserve ; NR1 et NR2 : Groupes non réserve. Les valeurs ont été comparées par un test Kruskal-Wallis suivi d'un test a posteriori de Steel-Dwass en cas de différences significatives. ns : non significatif ($p > 0,05$) ; * : significatif ($0,01 < p \leq 0,05$). *[Fish assemblage characteristics of the 4 groups identified using cluster analysis of the sample scores (stations) on the first 7 axes extracted by correspondence analysis (see Fig. 7). CYCL: Hurricane group; R: Reserve group; NR1 and NR2: Unprotected group. Values were compared using Kruskal-Wallis test followed by a Steel-Dwass test in case of significant differences. ns: not significant; *: significant ($0.01 < p \leq 0.05$).]*

	Groupes				Test Kruskal-Wallis	Test à posteriori de Steel-Dwass
	CYCL	NR1	NR2	R		
Richesse spécifique/Station	25,57	28,00	24,08	28,40	ns	-
Densité (10^{-2} poisson/m^2)	66,44	57,08	39,56	48,27	ns	-
Biomasse (g/m^2)	79,42	40,20	45,07	64,80	*	ns

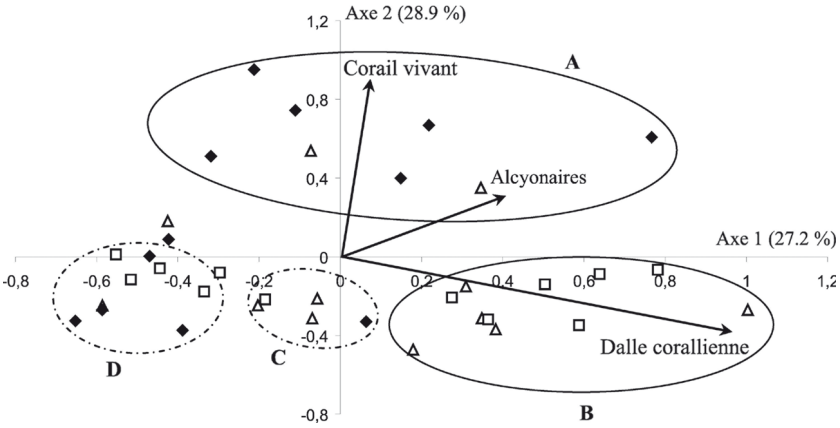

Figure 9. - Projection des stations et des catégories de substrat explicatives de l'analyse canonique des correspondances (ACC) de la matrice espèces-stations des densités. Toutes les espèces d'intérêt commercial sauf *Caesio caerulaurea, C. cuning, Pterocaesio marri, Lutjanus fulviflamma, Neoniphon sammara, Gnathodentex aurolineatus* et *Scarus* spp. (juvéniles) ont été utilisées dans l'analyse. Le pourcentage d'inertie de chaque axe est donné entre parenthèses. ◆ : Larégnère (réserve) ; □ : Récif Larégnère ; Δ : Crouy. *[Projection of the stations and the explanatory substrate classes on the first two axes determined by the canonical correspondence analysis. All species except* Caesio caerulaurea, C. cuning, Pterocaesio marri, Lutjanus fulviflamma, Neoniphon sammara, Gnathodentex aurolineatus *and* Scarus *spp. (juveniles) were used in the analysis. The percentages of the total variance explained by the axes are given. ◆: Larégnère islet (reserve); □: Larégnère reef; Δ: Crouy reef.]*

suivi temporel des réserves du Parc du lagon sud (LERVEM, 2002) et peuvent s'expliquer par le fait que cette catégorie contient des espèces relativement peu pêchées ou potentiellement toxiques (Ciguatera) en Nouvelle-Calédonie et donc peu ou pas commercialisées au marché de Nouméa. Ces espèces seraient moins sensibles à la mise en place de réserves où tout prélèvement d'organismes est interdit. Les zones non protégées sont caractérisées par une plus forte proportion d'EIC non commercialisées (45,4%) alors que la zone en réserve est caractérisée par une plus grande proportion d'espèces commerciaes (77,7%). À Mayotte, Letourneur (1996) a également observé une composition spécifique différente entre les zones de statuts différents. De plus, aucune des espèces commerciales observées uniquement hors de la réserve n'a de forte valeur marchande alors que toutes les espèces commerciales observées uniquement dans la réserve ont une forte valeur marchande au marché de Nouméa (P. Wantiez, obs. pers., 2003). La richesse spécifique, la densité et la biomasse des espèces commerciales sont significativement plus importantes dans la réserve. Ce résultat confirme les effets attendus de la création d'aires marines protégées avancés par de nombreux auteurs (Russ, 1985 ; Roberts et Polunin, 1991, 1993 ; Roberts, 1995 ; Wantiez *et al.*, 1997 ; Bohnsack, 1998 ; Sarramégna, 2000a ; National Research Council, 2001 ; Russ, 2002 ; Halpern, 2003).

Les effets des mesures de protection sont plus ou moins marqués en fonction de l'indice considéré (Sarramégna, 2000a ; Russ, 2002 ; Halpern, 2003). La biomasse est l'indice le plus sensible à la mise en

Tableau VI. - Résultats de l'ACC réalisée sur la matrice espèces-stations des densités de l'ensemble des stations échantillonnées. Toutes les espèces d'intérêt commercial moins celles qui ont été retirées de l'AFC ont été utilisées pour l'analyse. r : Corrélation de l'ensemble des variables explicatives du substrat avec les axes de l'ACC. *[Results of the canonical correspondence analysis. All species were used for the analysis except those that were removed from the correspondence analysis. r: Correlation of all substrate variables with the canonical correspondence analysis axes.]*

	Axe 1	Axe 2
Corrélation des classes de substrat avec les axes de l'ACC		
Corail vivant	0,05	0,82
Alcyonaires	0,46	0,30
Dalle corallienne	0,77	-0,32
r	0,85	0,87
Pourcentage d'inertie cumulée expliquée par l'ACC	27,20	56,10

Familles et espèces caractéristiques du Groupe 1 (code)			
Serranidae		Lethrinidae	
*Cephalopholis boenack**	(C.boe)	*Gymnocranius* sp.*	(G.sp)
*Plectropomus laevis**	(P.lae)	Labridae	
*Plectropomus leopardus**	(P.leo)	*Bodianus perditio**	(B.per)
Priacanthidae		*Cheilinus chlorourous**	(C.chl)
Priacanthus hamrur	(P.ham)	*Cheilinus fasciatus**	(C.fas)
Carangidae		*Cheilinus undulatus**	(C.und)
*Carangoides ferdau**	(C.fer)	Acanthuridae	
*Elagatis bipinnulata**	(E.bip)	*Naso annulatus*#	(N.ann)
Lutjanidae		*Naso tuberosus*#	(N.tub)
*Lutjanus gibbus**	(L.gib)	*Naso unicornis*#	(N.uni)
*Macolor niger**	(M.nig)	Siganidae	
Haemulidae		*Siganus argenteus*#	(S.arg)
*Plectorhinchus goldmani**	(P.gol)	*Siganus doliatus*#	(S.dol)
		Siganus punctatus#	(S.pun)
Familles et espèces caractéristiques du Groupe 2 (code)			
Lethrinidae		*Scarus oviceps*#	(S.ovi)
*Monotaxis grandocculis**	(M.gra)	*Scarus rubrioviolaceus*#	(S.rub)
Mullidae		Acanthuridae	
*Parupeneus multifasciatus**	(P.mul)	*Acanthurus albipectoralis*#	(A.alb)
Scaridae		*Acanthurus nigricauda*#	(A.nig)
Scarus altipinnis#	(S.alt)	*Ctenochaetus striatus*#	(C.str)
Scarus frenatus#	(S.fre)		
Familles et espèces caractéristiques du Groupe 3 (code)			
Labridae		Scaridae	
*Hemigymnus melapterus**	(H.mel)	*Chlorurus sordidus*#	(S.sor)
Familles et espèces caractéristiques du Groupe 4 (code)			
Scaridae		*Acanthurus olivaceus*#	(A.oli)
Chlorurus microrhinos#	(S.mic)	Siganidae	
Acanthuridae		*Siganus corallinus*#	(S.cor)
Acanthurus blochii#	(A.blo)	*Siganus puellus*#	(S.pue)

Tableau VII. - Espèces caractéristiques des 4 groupes de l'analyse canonique des correspondances (ACC). Les espèces figurant dans ce tableau présentent des contributions absolue ou relative supérieures à 10% sur un des deux axes. Les codes font références à ceux qui sont utilisés sur la Fig. 10. * : Prédateurs carnivores (poissons, invertébrés benthiques) ; # : Herbivores. *[Characteristic species of the 4 groups identified using canonical correspondence analysis (CCA) (see Fig. 10). Only species with absolute or relative contributions higher than 10% on one of the two first axes are given. The code of the species is given between brackets. *: Carnivores (fishes, benthic invertebrates); #: Herbivores.]*

réserve. En effet, la protection permet d'augmenter l'espérance de vie des poissons en supprimant la mortalité par pêche (Buxton, 1993), notamment par la pêche sous-marine qui est dominante sur ces récifs et qui cible principalement les individus de grande taille (Direction des ressources naturelles de la province sud, comm. pers., 2003). Ces observations sont en accord avec les résultats présentés par Wantiez *et al*. (1997) et Sarramégna (2000a) en Nouvelle-Calédonie, Roberts (1995) dans les Caraïbes et Letourneur (1996) à Mayotte. L'augmentation de la densité des poissons dans les réserves est plus controversée (Samoilys, 1988). Certains auteurs (Russ, 1985 ; Alcala, 1988 ; Russ et Alcala, 1989) ont montré lors de travaux effectués aux Philippines que la densité des principales familles exploitées est plus importante dans les réserves. Les mêmes résultats sont observés par Bohnsack (1982) dans une réserve de Floride après 21 ans de protection. En revanche, Samoilys (1988) ne montre pas de différences significatives de densité entre les zones en réserve et les zones péchées pour certaines familles commercialisées (Serranidae, Lethrinidae, Lutjanidae). De même, Roberts et Polunin (1992) en mer Rouge n'observent pas de différences significatives de densité pour les Serranidae, les Lethrinidae, les Lutjanidae, les Acanthuridae et les Scaridae. En Nouvelle-Calédonie, Sarramégna (2000a) montre des effets significatifs sur la densité de certains Serranidae et Acanthuridae commerciaux. La présente étude montre que sur la zone étudiée, ces effets sur la densité existent pour les principales familles exploitées, confirmant les observations de Wantiez *et al*. (1997) faites sur l'ensemble du lagon Sud. Certains auteurs (Alcala, 1988 ; Sarramégna, 2000a) avancent que la richesse spécifique moyenne ne semble pas être un bon indice pour mesurer les effets de la mise en réserve. Les résultats diffèrent en fonction des espèces échantillonnées (commercialisées, d'intérêt commercial). Quelques études dont celle de Letourneur (1996), à Mayotte, semblent confirmer cette opinion. La présente étude montre en revanche que la richesse spécifique par station moyenne est significativement plus importante dans la zone en réserve pour les principales familles commerciales, à savoir les Serranidae, les Labridae commerciaux et les Siganidae. Cette tendance est également observée pour l'ensemble des EIC bien que les différences entre zones de statuts différents ne soient alors pas significatives. Ces observations sont en accord avec celles qui ont été réalisées au Kenya par Samoilys (1988).

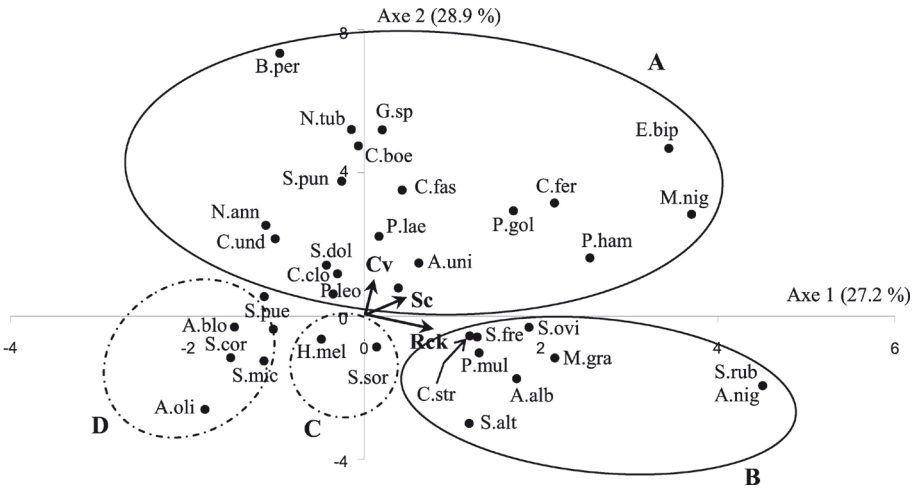

Figure 10. - Projection des espèces et des catégories de substrat explicatives de l'analyse canonique des correspondances (ACC) de la matrice espèces-stations des densités. Toutes les espèces d'intérêt commercial sauf *Caesio caerulaurea, C. cuning, Pterocaesio marri, Lutjanus fulviflamma, Neoniphon sammara, Gnathodentex aurolineatus* et *Scarus* spp. (juvéniles) ont été utilisées dans l'analyse. Le pourcentage d'inertie de chaque axe est donné entre parenthèses. Seules les espèces présentant des contributions absolue ou relative supérieures à 10% sur un des deux premiers axes sont projetées. Le pourcentage d'inertie de chaque axe est donné entre parenthèses. Les codes des espèces sont donnés dans le tableau VII. Cv : Corail vivant ; Sc : Alcyonaires ; Rck : Dalle corallienne. *[Projection of the species and the explanatory substrate classes on the first two axes determined by the canonical correspondence analysis. All species except* Caesio caerulaurea, C. cuning, Pterocaesio marri, Lutjanus fulviflamma, Neoniphon sammara, Gnathodentex aurolineatus *and* Scarus *spp. (juveniles) were used for the analysis. Only species with absolute or relative contributions higher than 10% on one of the two first axes are displayed. The percentages of the total variance explained by the axes are given. The names of the species are given in table VII. Cv: Live corals; Sc: Soft corals; Rck: Rock.]*

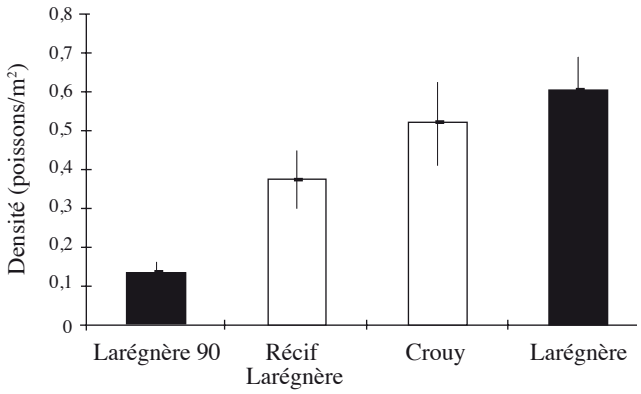

Figure 11. - Densité moyenne des espèces commerciales pour les trois récifs étudiés et dans la réserve avant la mise en œuvre des moyens de protection. Les valeurs sont données ± l'erreur standard de la moyenne. *[Mean density of commercial fish in the three studied reefs and in Larégnère islet before protection. Values are given ± standard error.]*

La famille des Serranidae, qui renferme des espèces très prisées par les pêcheurs sous-marins, est la plus sensible à la protection avec des indices globaux significativement supérieurs dans la réserve. Wantiez *et al*. (1997) ont mis en évidence une augmentation de densité et de biomasse pour *Plectropomus leopardus* dans la réserve après cinq ans de protection effective. Cette étude montre que quatorze ans après la mise en œuvre des moyens de surveillance, *Plectropomus leopardus* présente une densité 2 fois supérieure et une biomasse 3 fois supérieure à celle des zones non protégées adjacentes, ce qui confirme l'efficacité de la réserve en termes de protection des espèces exploitées. Ces effets sont plus nuancés en ce qui concerne les Scaridae ou seules quelques espèces à forte valeur marchande ont une densité et une biomasse significativement plus importante dans la réserve. Ces résultats, semblables aux observations de Sarramégna (2000a) en Nouvelle-Calédonie, semblent dus au fait que la majorité des espèces de Scaridae observées sont de petite taille (< 25 cm) et ne constituent pas des cibles de choix pour les pêcheurs sous-marins responsables de l'essentiel de l'effort de pêche sur ces récifs (Direction des ressources naturelles de la province sud, comm. pers., 2003). Les Acanthuridae commerciaux sont également plus abondants dans la réserve que dans les zones adjacentes non protégées (cela est particulièrement marqué entre la réserve et le récif Larégnère). Ces résultats sont en accord avec ceux qui sont obtenus par le LERVEM (2002) lors du suivi temporel des réserves. Toutefois, la biomasse et la densité sont respectivement 3 fois et plus de 4 fois supérieures dans cette étude. Ces fortes différences sont dues à l'observation de bancs importants d'*Acanthurus blochii* au niveau des stations "au vent" de l'îlot Larégnère touchées par le cyclone durant la présente étude. Ce résultat est en accord avec ceux de Letourneur *et al*. (1993) qui observent une augmentation de l'abondance des herbivores après le passage du cyclone Firinga à la Réunion. Une espèce d'Acanthuridae commercial à forte valeur marchande au marché de Nouméa (*Naso unicornis*) présente une biomasse 3 et 13 fois plus importante dans la réserve. Ces observations rejoignent celles qui ont été réalisées par Wantiez *et al*. (1997) et le LERVEM (2002) et semblent dues à la présence de bancs d'individus de plus grande taille dans la réserve (Chateau, données non publiées).

Structure des communautés et relations avec les caractéristiques du substrat

L'étude de la structure des communautés de poissons a isolé, dans un premier temps, les stations au nord du récif Larégnère caractérisées par des espèces rares, grégaires planctonophages non inféodées au benthos ou cryptiques sur le récif la journée. Des conditions particulières d'observation (perte des abris liée au cyclone, luminosité, etc.), et des conditions environnementales liées à la proximité d'une passe (influence océanique) ou à la géomorphologie du récif (pente récifale escarpée et bas du tombant profond) peuvent en partie expliquer l'influence de ces espèces retirées des analyses factorielles. Cela est cohérent avec les observations de Wantiez et Chauvet (2003) sur l'organisation des peuplements de poissons d'Uvéa (Wallis et Futuna). Le statut de protection interviendrait peu dans la répartition de ces EIC non commercialisées ou commerciales rares et peu affectées par la pêche.

Les quatre groupes de poissons identifiés par l'AFC et la CAH s'avèrent n'être que partiellement liés aux caractéristiques du substrat s'ils sont comparés aux résultats de l'ACC. Les facteurs qui interviennent dans l'organisation des peuplements semblent être le cyclone, le statut de protection et enfin les caractéristiques du substrat. Le groupe touché par le cyclone se distingue par les densités et les biomasses les plus importantes. Ces résultats ne sont que partiellement cohérents avec ceux trouvés par Letourneur *et al*. (1993) qui observent une diminution de richesse spécifique mais aussi une diminution de la densité des poissons après le passage du cyclone Firinga sur l'île de la Réunion. Au niveau des stations affectées par le cyclone, nos résultats montrent la présence d'espèces piscivores ou carnivores benthiques (Serranidae, Carangidae), d'herbivores grégaires (Acanthuridae) et de bancs importants de bioérodeurs (Scaridae). Le cyclone n'ayant affecté qu'une partie de la zone, les fortes valeurs de densité et de biomasse pourraient s'expliquer par une réponse comportementale des poissons à la modification de l'habitat et notamment par une intensification de la prédation liée à la perte d'abris. Cette hypothèse, confortée par les résultats de l'ACC, suggère que la destruction des abris occasionnée par le passage du cyclone peut avoir augmenté l'exposition de certaines espèces aux prédateurs, attirés ainsi dans cette zone, et favorisé le regroupement d'espèces proies en bancs massifs inhabituels.

Le second groupe est composé pour moitié des stations de la réserve peu affectées par le cyclone. Il présente des peuplements riches et diversifiés, caractérisés par une dominance en espèces commerciales, herbivores, carnivores benthiques ou piscivores. Les facteurs qui interviennent dans l'organisation du peuplement des espèces de ce groupe semblent être le statut et l'habitat, ce que confirme l'ACC qui souligne un lien significatif de ce groupe avec la présence de corail vivant et d'alcyonaires. Les espèces caractéristiques de cet ensemble sont en effet, communément associées à la présence de colonies coralliennes riches et développées (Randall *et al*., 1990 ; Myers, 1999 ; Lieske et Myers, 2001). Les stations non protégées de ce groupe sont également caractérisées par un substrat dominé par le corail vivant, et par des peuplements de poissons ayant une structure proche de celle observée au niveau des stations de la zone en réserve non affectées par le cyclone. Ce résultat peut s'expliquer par les liens entre indices globaux, structure et présence d'un biotope vivant, riche et développé (Alcala, 1988 ; Chabanet et Faure, 1994 ; Sarramégna, 2000a ; Wantiez et Chauvet, 2003). L'étude des indices globaux montre néanmoins que les stations non protégées de ce groupe présentent des valeurs plus faibles que les stations en réserve aussi bien pour l'ensemble des EIC que pour les espèces commerciales. Dans ce cas, l'effet du substrat l'emporterait sur l'effet du statut. Ces résultats confirment ceux qui ont été obtenus par Sarramégna (2000a) qui observe que les caractéristiques du substrat sont le premier facteur structurant des peuplements de poissons suivi par le gradient côte-large puis par le statut de protection.

Le groupe de stations non protégées est subdivisé en deux sous-groupes. Le premier, principalement composé de stations du récif Larégnère est caractérisé par des EIC non commercialisées. La présence d'espèces grégaires planctonophages non inféodées au nectobenthos (*Caesio* spp.) et la forte proportion d'une espèce consommable non commercialisée de petite taille (*Ctenochaetus striatus*) expliquent une densité relativement proche de celle des stations du groupe de stations affectées par le cyclone. Le deuxième sous-groupe, essentiellement composé de stations du récif Crouy, se différencie du précédent par un substrat dominé par les débris et les algues, ainsi que par des espèces caractéristiques prédatrices d'invertébrés benthiques. Le récif Larégnère présente les plus fortes valeurs de densité pour les EIC non commercialisées ainsi que la plus faible proportion d'espèces commerciales. Ce résultat pourrait s'expliquer par un effort de pêche plus important sur ce récif qu'à Crouy. La structure des peuplements de poissons du récif Crouy est intermédiaire entre la structure des peuplements de la réserve (îlot Larégnère) et celle qui est observée au récif Larégnère. Le groupe non réserve identifié par l'AFC, se subdivise différemment par l'ACC en regroupant des stations caractérisées par la présence de dalle corallienne. À ce niveau, l'effet de l'habitat sur les populations de poissons (ACC) n'explique que partiellement les assemblages définis par l'AFC.

Nature et intensité des effets de mise en réserve

En Nouvelle-Calédonie, deux suivis ont été menés sur les communautés de poissons coralliens de cinq îlots du Parc du lagon sud ; une en 1990 avant la mise en œuvre des moyens de surveillance et une en 1994 après quatre ans de

protection effective (Wantiez *et al*., 1997). Quatre ans après la mise en réserve, Wantiez *et al*. (1997) montrent une modification de la structure des communautés et une augmentation des indices globaux pour les principales familles commerciales à savoir une augmentation de 67% de la richesse spécifique, de 160% de la densité et de 246% de la biomasse. Cette augmentation n'apparaît pas dans les zones témoins non protégées (Wantiez *et al*., 1997). Le suivi des aires marines protégées du Parc du lagon sud réalisé tous les 4 ans montre que le niveau des populations s'est maintenu depuis 1994 dans les zones en réserve (Wantiez, 2004). La comparaison de l'intensité de ces effets avec ceux qui ont été obtenus dans cette étude, montre que la densité et la biomasse sont plus importantes aujourd'hui dans les zones péchées qu'elles ne l'étaient dans les zones qui allaient être mises en réserve il y a 13 ans (Fig. 11). L'augmentation de la densité, de la biomasse, voire de la richesse spécifique de certaines familles au sein des populations non protégées, pourrait être due à des interactions significatives entre les zones protégées et non protégées. Une de ces interactions est l'exportation de biomasse ichtyque ("spillover") qui est présentée comme l'un des bénéfices d'une aire marine protégée par certains auteurs (Bohnsack, 1996 ; Sarramégna 2000a, 2000b ; Russ, 2002). Sarramégna (2000b) émet par exemple l'hypothèse de l'émigration de poissons adultes de la réserve vers les zones pêchées sur le récif Aboré en Nouvelle-Calédonie alors qu'il avance le fait que des réserves isolées et de petites tailles pourraient être des concentrateurs de poissons (Sarramégna, 1997, 2000a). Aucune preuve irréfutable n'a encore été fournie concernant ce phénomène et son intensité, particulièrement en milieu corallien (Rowley, 1992 ; Russ, 2002). Cependant, García-Charton et Planes (2002) montrent qu'un gradient d'abondance et de richesse spécifique de poissons existe entre une zone réserve et les zones adjacentes non protégées et qu'un phénomène d'exportation de poissons adultes se met en place à partir de la Réserve naturelle marine de Cerbère-Banyuls, en Méditerranée, vers les zones avoisinantes non protégées.

Remerciements. - Les auteurs souhaitent remercier le Professeur Claude Chauvet, directeur du LERVEM (Université de la Nouvelle-Calédonie), d'avoir mis en œuvre les moyens nécessaires à la réalisation de cette étude et pour les remarques constructives qu'il a apportées à ce manuscrit. Nous remercions également la Direction des ressources naturelles de la province sud de la Nouvelle-Calédonie, notamment François Devinck et Richard Farman pour avoir soutenu ce programme de recherche.

RÉFÉRENCES

ALCALA A.C., 1988. - Effects of marine reserves on coral fish abundance and yields of Philippine coral reefs. *Ambio*, 17: 194-199.

BELL J.D., 1983. - Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the north-western Mediterranean Sea. *J. Appl. Ecol*., 20: 357-369.

BOHNSACK J.A., 1982. - Effects of piscivorous predator removal on coral reef fish community structure. *In*: Gutshop 81: Fish Food Habit Studies (Cailliet G.M. & C.A. Simstead, eds), pp. 258-267. Univ. Washington, Seattle, USA: Washington Sea Grant Publications.

BOHNSACK J.A., 1996. - Maintenance and recovery of reef fishery productivity. *In*: Reef Fisheries (Polunin N.V.C. & C.M. Roberts, eds), pp. 283-313. London, UK: Chapman & Hall Publications.

BOHNSACK J.A., 1998. - Application of marine reserves to reef fisheries management. *Aust. J. Ecol*., 23: 298-304.

BUXTON C.D., 1993. - Life history changes in exploited reef fishes on the east coast of South Africa. *Env. Biol. Fish*., 36: 47-63.

CHABANET P. & G. FAURE, 1994. - Interrelations entre peuplements benthiques et ichtyologiques en milieu corallien. *C. R. Acad. Paris, Sci. Vie*, 317: 1151-1157.

CHATEAU O., 2002. - Suivi des peuplements ichtyologiques des îlots du Parc du lagon sud placés en réserve. Rap. Maîtrise, 38 p. Univ. Méditerranée.

DEMARTINI E.E., 1993. - Modeling the potential of fishery reserves for managing Pacific coral reef fisheries. *Fish. Bull*., 91: 1-7.

ENGLISH S., WILKINSON C. & V. BAKER, 1997. - Survey Manual for tropical marine Resources. 2nd Edit., 390 p. Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Sciences Publ.

GARCÍA-CHARTON J.A. & S. PLANES, 2002. - Étude de l'impact de la Réserve naturelle marine de Cerbère-Banyuls comme source d'exportation de poissons littoraux adultes vers les zones avoisinantes. Rap. EPHE, 43 p. + 6 annexes. Conseil Général des Pyrénées-Orientales.

GARCÍA RUBIES A. & M. ZABALA, 1990. - Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Sci. Mar*., 54: 317-328.

HALPERN B., 2003. - The impact of marine reserves: Do reserves work and does reserve size matter? *Ecol. Appl*., 13 (Suppl.): S117-S137.

KULBICKI M., MOU-THAM G., THOLLOT P. & L. WANTIEZ, 1993. - Length-weight relationships of fish from the lagoon of New-Caledonia. *Naga, ICLARM Quart*., 16: 26-30.

LEBART L., MORINEAU A. & M. PIRON, 1997. - Statistique exploratoire multidimensionnelle, 2nde Édit., 439 p. Paris: Dunod Publications.

LERVEM, 2002. - Suivi temporel des récifs coralliens du Parc du lagon sud. Rapport, 112 p. Univ. Nouvelle-Calédonie.

LETOURNEUR Y., 1996. - Réponse des peuplements et populations de poissons aux réserves marines : le cas de l'île de Mayotte, océan Indien occidental. *Ecoscience*, 3: 442-450.

LETOURNEUR Y., HARMELIN-VIVIEN M.L. & R. GALZIN, 1993. - Impact of hurricane Firinga on fish community structure on fringing reefs of Reunion Island, S.W. Indian Ocean. *Env. Biol. Fish*., 37: 109-120.

LETOURNEUR Y., KULBICKI M. & P. LABROSSE, 1998. - Length-weight relationships of fish from the lagoon of New-Caledonia. An update. *Naga, ICLARM Quart*., 21: 39-46.

LIESKE E. & R.F. MYERS, 2001. - Coral Reef Fishes. Indo-Pacific and Caribbean. 400 p. Harpercollins Publications.

MYERS R.F., 1999. - Micronesian Reef Fishes, a Field Guide for Divers and Aquarists. 217 p. Barrigada, Guam territory, US: Coral Graphics Publications.

MUNRO J.L., 1996. - The scope of tropical reef fisheries and their management. *In*: Reef Fisheries (Polunin N.V.C. & C.M. Roberts, eds), pp. 1-14. London, UK: Chapman & Hall Publications.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001. - Marine protected Areas. Tools for sustaining Ocean Ecosystems. 272 p. Washington DC, USA: National Academic Press Publications.

PLAN DEVELOPMENT TEAM, 1990. - The potential of marine fishery reserves for reef fish management in the US Southern Atlantic. 261p. NOAA Tech Men NMFS-SEF.

RANDALL J.E., ALLEN G.R. & R.C. STEENE, 1990. - Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea. 507 p. Bathurst, Australia: Crawford House Press Publications.

ROBERTS C.M., 1995. - Rapid built-up of fish biomass in a Caribbean marine reserve. *Conserv. Biol.*, 9: 815-826.

ROBERTS C.M. & N.V.C. POLUNIN, 1991. - Are marine reserves effective in management of reef fisheries? *Rev. Fish Biol. Fish.*, 1: 65-91.

ROBERTS C.M. & N.V.C. POLUNIN, 1992. - Effects of marine reserve protection on northern Red Sea fish populations. *In*: Proc. 7th Int. Coral Reef Symp., 2 (Richmond R.H., ed.), pp. 969-977. Mangilao: Univ. of Guam Press.

ROBERTS C.M. & N.V.C. POLUNIN, 1993. - Marine reserves: Simple solutions to managing complex fisheries? *Ambio*, 22: 363-368.

ROWLEY R.J., 1992. - Impacts of marine reserves on fisheries: A report and review of the literature. *NZ Dept. Conserv. Sci. Res. Ser.*, 51: 1-50.

RUSS G.R., 1985. - Effects of protective management on coral reef fishes in the central Philippines. *In*: Proc. 5th Int. Coral Reef Symp., 4 (Harmelin-Vivien M. & B. Salvat, eds), pp. 219-224. Tahiti: Antenne MNHN-EPHE.

RUSS G.R., 2002. - Yet Another review of marine reserves as reef fishery management tools. *In*: Coral Reef Fishes. Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem (Sale P.F., ed.), pp. 421-443. San Diego: Academic Press.

RUSS G.R. & A.C. ALCALA, 1989. - Effects of intense fishing pressure on an assemblage of coral reef fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 56: 13-27.

SAMOILYS M.A., 1988. - Abundance and species richness of coral reef fish on Kenyan coast: The effects of protective management and fishing. *In*: Proc. 6th Int. Coral Reef Symp., 2 (Choat J.H. *et al.*, eds), pp. 261-266. Townsville: 6th ICRS Executive Committee.

SARRAMÉGNA S., 1997. - The suction effect of the little marine protected areas. *In*: Proc. 8th Pacific Science Inter-Congress, poster.

SARRAMÉGNA S., 2000a. - Contribution à l'étude des réserves marines du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie : influence des différents statuts sur la structure des peuplements ichtyologiques. Thèse Doctorat, 436 p. Univ. Nouvelle-Calédonie.

SARRAMÉGNA S., 2000b. - Impact of fishing activity has on nearby marine reserve? *In*: Proc. 9th Int. Coral Reef Symp., poster.

SIEGEL S. & N.J. CASTELLAN, 1989. - Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. 2nd Edit. 399 p. New York: McGraw Hill Publications.

SOKAL R.R. & F.J. ROHLF, 1995. - Biometry. 3rd Edit. 887 p. New York: Freeman and Company Publications.

TER BRAAK C.J.F., 1986. - Canonical correspondence: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167-1179.

WANTIEZ L., 2004. - Long-term variation of reef fish community and habitat in the south Lagoon Marine Park of New Caledonia. *In*: Proc. 10th Int. Coral Reef Symp., poster.

WANTIEZ L. & C. CHAUVET, 2003. - First data on community structure and trophic networks of Uvea coral reef fish assemblages (Wallis and Futuna, south Pacific Ocean). *Cybium*, 27(2): 1-18.

WANTIEZ L., THOLLOT P. & M. KULBICKI, 1997. - Effects of marine reserves on coral reef fish communities from five islands in New Caledonia. *Coral Reef*, 16: 215-224.

Reçu le 1er décembre 2003.
Accepté pour publication le 5 octobre 2004.

ANNEXE 1. - LISTE DES POISSONS RÉCIFO-LAGONAIRES ÉCHANTILLONNÉS

Catégorie 1 : EIC non commercialisée ; catégorie 2 : Espèce commercialisée sur le marché de Nouméa ; l : îlot Larégnère (réserve) ; rl : récif Larégnère ; c : récif Crouy ; * juvéniles non pris en compte dans le calcul de la densité des espèces commerciales. *[Category 1: Not marketed EIC; Category 2: Species marketed on the Nouméa market; l: Larégnère islet (reserve); rl: Larégnère reef; C: Crouy reef; * juveniles not taken into account in the calculation of density of commercial species.]*

Famille et espèce	Auteur(s)	Catégorie	Présence
Carcharhinidae			
Carcharhinus melanopterus	(Quoy & Gaimard, 1824)	1	rl c
Triaenodon obesus	(Rüppell, 1837)	1	l rl c
Dasyatidae			
Dasyatis kuhlii	(Muller & Henle, 1841)	1	l
Holocentridae			
Neoniphon sp.		1	rl c
Neoniphon sammara	(Forsskål, 1775)	1	rl
Sargocentron rubrum	(Forsskål, 1775)	1	l
Sargocentron spiniferum	(Forsskål, 1775)	1	l

Famille et espèce	Auteur(s)	Catégorie	Présence
Serranidae			
Cephalopholis boenack	(Bloch, 1790)	2	l
Cephalopholis urodeta	(Foster, 1801)	2	rl
Cromileptes altivelis	(Valenciennes, 1828)	2	l
Epinephelus cyanopodus	(Richardson, 1846)	2	l c
Epinephelus fasciatus	(Forsskål, 1775)	2	rl
Epinephelus fuscoguttatus	(Forsskål, 1775)	2	l rl
Epinephelus hexagonatus	(Foster, 1801)	2	l rl
Epinephelus macrospilos	(Bleeker, 1855)	2	rl
Epinephelus maculatus	(Bloch, 1790)	2	l rl c
Epinephelus merra	Bloch, 1793	2	l rl c
Epinephelus polyphekadion	(Bleeker, 1849)	2	l
Plectropomus laevis	(Lacepède, 1802)	2	l rl c
Plectropomus leopardus	(Lacepède, 1802)	2	l rl c
Priacanthidae			
Priacanthus hamrur	(Forsskål, 1775)	2	l rl
Carangidae			
Carangoides ferdau	(Forsskål, 1775)	2	l c
Caranx ignobilis	(Forsskål, 1775)	1	c
Caranx melampygus	Cuvier, 1833	2	l rl
Elagatis bipinnulata	(Quoy & Gaimard, 1824)	2	l
Lutjanidae			
Aprion virescens	Valenciennes, 1830	2	l rl
Lutjanus argentimaculatus	(Forsskål, 1775)	2	rl
Lutjanus bohar	(Forsskål, 1775)	1	l rl c
Lutjanus fulviflamma	(Forsskål, 1775)	1	l rl c
Lutjanus fulvus	(Forster, 1801)	1	l rl c
Lutjanus gibbus	(Forsskål, 1775)	1	l
Lutjanus russelli	(Bleeker, 1849)	1	l rl c
Macolor niger	(Forsskål, 1775)	1	l rl c
Caesionidae			
Caesio caerulaurea	Lacepède, 1802	1	l rl c
Caesio cuning	(Bloch, 1791)	1	l rl
Pterocaesio marri	Schultz, 1953	1	rl
Haemulidae			
Plectorhinchus chaetodonoides	Lacepède, 1800	1	l rl c
Plectorhinchus goldmani	(Bleeker, 1853)	1	l rl
Lethrinidae			
Gnathodentex aurolineatus	(Lacepède, 1803)	1	rl c
Gymnocranius sp.		2	l c
Lethrinus atkinsoni	(Seal, 1909)	2	l rl c
Lethrinus harak	(Forsskål, 1775)	2	l rl c
Lethrinus olivaceus	Valenciennes, 1830	2	l rl c
Lethrinus obsoletus	(Forsskål, 1775)	2	l rl c
Lethrinus xanthochilus	Klunzinger, 1870	1	rl
Monotaxis grandocculis	(Forsskål, 1775)	1	l rl c
Mullidae			
Mulloidichthys flavolineatus	(Lacepède, 1801)	1	c
Mulloidichthys vanicolensis	(Valenciennes, 1831)	1	rl
Parupeneus barberinoides	Bleeker, 1852	1	rl
Parupeneus barberinus	(Lacepède, 1801)	2	l rl c
Parupeneus bifasciatus	(Lacepède, 1801)	1	rl
Parupeneus ciliatus	(Lacepède, 1801)	1	l rl c
Parupeneus cyclostomus	(Lacepède, 1802)	1	l
Parupeneus multifasciatus	(Quoy & Gaimard, 1824)	1	l rl c
Kyphosidae			
Kyphosus vaigiensis	(Quoy & Gaimard, 1825)	2	l c
Mugilidae			
Mugilidae spp.		2	c

Famille et espèce	Auteur(s)	Catégorie	Présence
Labridae			
Bodianus axillaris	(Bennett, 1831)	1	l
Bodianus loxozonus	(Snyder, 1908)	1	rl
Bodianus perditio	(Quoy & Gaimard, 1824)	2	l
Cheilinus chlorourous	(Bloch, 1791)	1	l rl c
Cheilinus fasciatus	(Bloch, 1791)	1	l rl
Cheilinus trilobatus	(Lacepède, 1801)	1	l rl c
Cheilinus undulatus	Rüppell, 1835	2	l rl
Choerodon graphicus	De Vis, 1885	1	l rl c
Coris aygula	Lacepède, 1801	1	l rl c
Hemigymnus melapterus	(Bloch, 1791)	1	l rl c
Scaridae			
Scarus sp.		2	l rl c
Scarus sp. juvéniles* (< 10 cm)		2*	l rl c
Cetoscarus bicolor	(Rüppell, 1828)	2	rl c
Chlorurus bleekeri	(de Beaufort, 1940)	2	l rl
Chlorurus microrhinos	Bleeker, 1854	2	l rl c
Chlorurus sordidus	(Forsskål, 1775)	2	l rl c
Hipposcarus longiceps	(Valenciennes, 1840)	2	l rl
Scarus altipinnis	(Steindachner, 1879)	2	l rl c
Scarus chameleon	Choat & Randall, 1987	2	l rl c
Scarus flavipectoralis	Schultz, 1958	2	l rl
Scarus frenatus	Lacepède, 1802	2	l rl c
Scarus ghobban	(Forsskål, 1775)	2	l rl c
Scarus globiceps	Valenciennes, 1839	2	l rl c
Scarus longipinnis	Randall & Choat, 1987	2	l c
Scarus niger	(Forsskål, 1775)	2	l rl c
Scarus oviceps	Valenciennes, 1839	2	l rl c
Scarus psittacus	Forsskål, 1775	2	l rl c
Scarus rivulatus	Valenciennes, 1840	2	l rl c
Scarus rubrioviolaceus	Bleeker, 1847	2	c
Scarus schlegeli	(Bleeker, 1861)	2	l rl c
Scarus spinus	(Kner, 1868)	2	l c
Acanthuridae			
Acanthurus albipectoralis	(Allen & Ayling, 1987)	2	l rl
Acanthurus blochii	Valenciennes, 1835	2	l rl c
Acanthurus dussumieri	Valenciennes, 1835	2	l rl c
Acanthurus nigricauda	Duncker & Mohr, 1928	2	c
Acanthurus mata	(Cuvier, 1829)	2	l rl
Acanthurus olivaceus	Forster, 1801	2	l rl c
Acanthurus triostegus	(Linnaeus, 1758)	1	rl c
Acanthurus thompsoni	(Fowler, 1923)	1	rl c
Ctenochaetus striatus	(Bennett, 1828)	1	l rl c
Naso sp.		2	rl
Naso annulatus	(Quoy & Gaimard, 1824)	2	l rl c
Naso brevirostris	(Valenciennes, 1835)	2	l rl c
Naso lituratus	(Forster, 1801)	2	l rl
Naso tuberosus	(Lacepède, 1801)	2	l
Naso unicornis	(Forsskål, 1775)	2	l rl c
Siganidae			
Siganus argenteus	(Quoy & Gaimard, 1825)	2	l rl c
Siganus corallinus	(Valenciennes, 1835)	2	l rl c
Siganus doliatus	(Valenciennes, 1830)	2	l rl c
Siganus lineatus	(Valenciennes, 1835)	2	rl
Siganus puellus	(Schlegel, 1852)	2	l rl c
Siganus punctatus	(Schneider, 1801)	2	l c
Siganus vulpinus	(Schlegel & Muller, 1844)	2	l c
Scombridae			
Scomberomorus commerson	(Lacepède, 1802)	2	l